


# Controlling seam quality in welding thermoplastic sheet - by constantly measuring roller pressure, comparing with set value using computer, and adjusting roller speed accordingly

**Patent number:** DE4230882  
**Publication date:** 1994-03-17  
**Inventor:** GRELLER PETER (DE)  
**Applicant:** PFAFF AG G M (DE)  
**Classification:**  
 - International: (IPC1-7): B29C65/18  
 - european: B29C65/00P2; B29C65/00P4; B29C65/20  
**Application number:** DE19924230882 19920916  
**Priority number(s):** DE19924230882 19920916

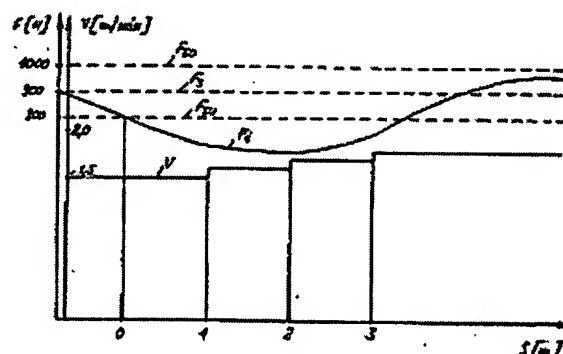
Also published as:

 US5873965 (A1)

Report a data error here

## Abstract of DE4230882

A method is claimed for controlling a process for welding together thermoplastic strips (I) using a welding machine with a welding tool and 2 pressure rollers, in which the speed of the pressure rollers and any other rollers, which produces relative motion between the strips of material, is variable. The process produces a measured value representing the thickness of the welded seam, which is used as the actual value of the control variable and compared with a set value; any differences are then compensated by reducing the heat flow into (I) if the seam thickness is decreasing or increasing the heat flow if the seam thickness increases. Also claimed is a machine for the above process, with motor-driven rollers for producing relative motion between strips (I) and a spring-loaded mechanism (15) for adjusting the roller pressure. Mechanism (15) is fitted with a load sensor (37) for measuring the force exerted on material strips (F1, F2) by pressure rollers (7, 13); sensor (37) is connected to one input of a computer (34), which compares the actual value (F1) supplied by (37) with a set value (F8) from another input and produces an adjustment signal for motor (22) depending on the result of the comparison. USE/ADVANTAGE - The invention provides a simple but reliable method for producing high-quality seams when welding sheets of thermoplastic material together, esp. w.r.t. to controlling the relationship between seam thickness and total material thickness.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide





⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 30 882 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 29 C 65/18**

②① Aktenzeichen: P 42 30 882.8  
②② Anmeldetag: 16. 9. 92  
④③ Offenlegungstag: 17. 3. 94

DE 42 30 882 A 1

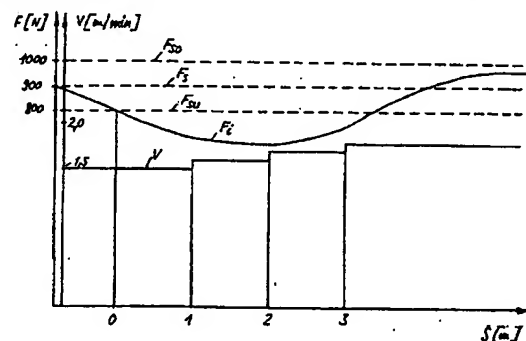
⑦① Anmelder:  
G.M. Pfaff AG, 67655 Kaiserslautern, DE

⑦② Erfinder:  
Greller, Peter, 6753 Enkenbach-Alsenborn, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Durchführung eines Schweißvorganges bei thermoplastischen Materialbahnen

⑤⑦ Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Durchführung eines Schweißvorganges bei thermoplastischen Materialbahnen wird als ein die Schweißnahtdicke repräsentierender Meßwert die Größe der Anpreßkraft ( $F_z$ ) eines Druckrollenpaares ermittelt und als Istwert der Regelgröße einer Schweißprozeßregelung verwendet und mit einem entsprechenden Sollwert verglichen. Als Stellgröße dieser Regelung wird die Vorschubgeschwindigkeit ( $V$ ) der Schweißvorrichtung benutzt, indem die Geschwindigkeit zum Ausgleich einer evtl. vorhandenen Regeldifferenz bei abnehmender Schweißnahtdicke erhöht und bei zunehmender Schweißnahtdicke verringert wird.



DE 42 30 882 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Maschine zur Durchführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 6.

Es hat sich gezeigt, daß beim Überlapptschweißen von für Deponieauskleidungen vorgesehenen thermoplastischen Material- bzw. Dichtungsbahnen die ohne Schweißzusatz hergestellten Schweißnähte dann die geforderte optimale Nahtfestigkeit haben, wenn die Nahtdicke  $D_N$  zwischen einer Obergrenze  $D_{NO} = D - 0,2 \text{ mm}$  und einer Untergrenze  $D_{NU} = D - 0,6 \text{ mm}$  liegt, wobei  $D$  die Summe der Dicken  $d_1$  und  $d_2$  der unverschweißten Materialbahnen ist. Die gegenüber der Summe  $D$  geringere Nahtdicke  $D_N$  kommt dadurch zustande, daß beim Schweißen durch die von den Druckrollen auf die auf Schweißtemperatur aufgeheizten und dadurch plastifizierten Teilbereiche der Materialbahnen ausgeübte Anpreßkraft ein Teil des plastifizierten Materials seitlich aus dem Schweißspalt herausgedrückt wird. Wird beim Schweißen die geforderte Dickenverminderung bzw. die Obergrenze  $D_{NO}$  nicht erreicht, so war das Material im Schweißspalt nicht genügend aufgeheizt und damit nicht ausreichend plastifiziert, was zur Folge hat, daß die Schweißnaht nicht die erforderliche Festigkeit aufweist. Wird dagegen die Untergrenze  $D_{NU}$  unterschritten, so war das Material zu stark aufgeheizt, was zur Folge hat, daß an den Nahtgrenzen die Festigkeit durch Kerbwirkung beeinträchtigt ist. Die vorgenannten Grenzwerte für die Nahtdicke sind unabhängig von der Dicke der für Deponieauskleidungen üblicherweise verwendeten Materialbahnen.

Bei dem durch die DE 40 20 704 C1 bekannten, für die Bildung des Oberbegriffes berücksichtigten Verfahren zur Durchführung von Schweißvorgängen an für Deponieauskleidungen vorgesehenen thermoplastischen Materialbahnen wird der Schweißvorgang mit im wesentlichen konstanter Schweißspalttemperatur automatisch durchgeführt, indem die Heizkeiltemperatur gemessen und bei Abweichungen des Temperatur-Istwertes von einem Sollwert zunächst eine Temperaturregelung durch Beeinflussung der Energiezufuhr zum Heizkeil durchgeführt wird und zusätzlich eine Vorschubregelung erfolgt, wenn der Temperatur-Istwert einen Sollwertbereich über- oder unterschreitet.

Da die bei dieser Regelung die Regelgröße darstellende Heizkeiltemperatur keine direkte Aussage über die erzielte Schweißnahtqualität zuläßt, kann die geforderte Schweißnahtqualität nur durch eine möglichst genaue Anpassung des Schweißtemperatur-Sollwertes und der Einstellwerte für die Vorschubgeschwindigkeit und die Anpreßkraft der Druckrollen an die Einflüsse der Umgebungsbedingungen und zwar insbesondere an die Ausgangstemperatur der Materialbahnen sowie an die materialspezifischen Eigenschaften erzielt werden. Bei einer einfachen Ausbaustufe des Regelungssystems geschieht dies durch die Bedienungsperson. Bei einer automatisierten Ausbaustufe werden die umgebungsspezifischen Einflußfaktoren durch entsprechende Sensoren ermittelt, worauf der Rechner des Regelungssystems mit Hilfe der Meßwerte und der über eine Tastatur eingegebenen materialspezifischen Einflußgrößen den passenden Schweißtemperatur-Sollwert bestimmt.

Eine weitere Voraussetzung für die Erzielung der geforderten Nahtqualität besteht in einer möglichst verzögerungsfreien Ermittlung des Istwertes der Schweißtemperatur. Diese Forderung wird bei der einfachen Ausbaustufe aber nur sehr unvollkommen erfüllt, da die

Schweißtemperatur nicht im Schweißspalt, sondern innerhalb des Heizkeiles gemessen und somit die eigentlich interessierende Schweißspalttemperatur nur indirekt und mit zeitlicher Verzögerung ermittelt wird. Bei der automatisierten Ausbaustufe wird dagegen die meßtechnisch bedingte Totzeit im Regelkreis durch die Maßnahme kompensiert, daß aufgrund der mit Abstand vor der Schweißstelle erfolgenden Messung der Ausgangstemperatur der Materialbahnen das Regelungssystem voreilend auf eine größere Änderung der Ausgangstemperatur der Materialbahnen reagieren kann.

Während bei der einfachen Ausbaustufe die Sollwertermittlung umständlich ist und das Regelungssystem wegen der Zeitverzögerung bei der Temperaturermittlung sehr träge reagiert, bedingt die automatisierte Ausbaustufe einen vergleichsweise hohen technischen Aufwand, wobei jedoch noch die Einschränkung besteht, daß die Meßwertermittlung der Ausgangstemperatur der Materialbahnen durch Verschmutzung der Materialbahnen oder Feuchtigkeit störanfällig ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung eines Schweißvorganges zu schaffen, durch das bzw. durch die auf einfache und trotzdem zuverlässige Weise eine hohe Nahtqualität erzielt wird. Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

Durch die Maßnahme, einen die Schweißnahtdicke repräsentierenden Meßwert als Regelgröße zu verwenden, wird das entscheidende Gütekriterium einer Schweißnaht — nämlich die Relation zwischen der Schweißnahtdicke und der Summe der Dicken der unverschweißten Materialbahnen — für die Regelung herangezogen. Auf diese Weise wird die Auswirkung sämtlicher für die Nahtqualität, d. h. die Nahtdicke relevanter Einflußfaktoren ohne gesonderte Meßvorgänge indirekt erfaßt und bei der Durchführung der Regelung mit berücksichtigt.

Obwohl die Schweißnahtdicke direkt in Form einer Dickenmessung ermittelt werden kann, ist es für den Fall, daß die Schweißmaschine zur Ermittlung und Protokollierung der Schweißparameter bereits mit einer Meßvorrichtung für die Anpreßkraft der Druckrollen ausgestattet ist, vorteilhaft, die Schweißnahtdicke gemäß Anspruch 2 indirekt über die Messung der Anpreßkraft zu ermitteln. Dabei wird die Tatsache ausgenutzt, daß die Höhe der zu Beginn des Schweißvorganges auf einen bestimmten Wert eingestellten Anpreßkraft der Druckrollen in fester Relation zur jeweiligen Dicke der Schweißnaht steht und zwar dergestalt, daß sich bei abnehmender Schweißnahtdicke das Federmittel des Stellmechanismus etwas entspannt, worauf die gemessene Anpreßkraft absinkt, während sie bei zunehmender Schweißnahtdicke ansteigt.

Da bestimmte Materialien, z. B. PEHD-Folien gegen Überhitzung empfindlich und daher nur innerhalb eines sehr engen Schweißtemperaturbereiches einwandfrei verschweißbar sind, ist es zweckmäßig, bei Verwendung eines Heizkeiles dessen Temperatur mit Hilfe einer Temperaturregelung auf einem bestimmten optimalen Wert zu halten und die bei einer Änderung der Umgebungsbedingungen notwendig werdende Anpassung der Größe der auf die Materialbahnen zu übertragenden Wärmemenge gemäß Anspruch 3 durch eine entsprechende Änderung der Relativgeschwindigkeit zwischen den Materialbahnen und der Schweißmaschine zu bewerkstelligen. Diese Art der Veränderung der Wärmemenge läßt sich im Gegensatz zu der anderen Mög-

lichkeit der Veränderung der zu übertragenden Wärmemenge, nämlich die Variation der Größe der Kontaktfläche zwischen dem Heizkeil und den Materialbahnen, auf vergleichsweise einfache Weise durchführen, da bei jeder Schweißmaschine eine Einstellmöglichkeit für die Drehzahl der Druckrollen und ggf. Laufrollen ohnehin vorhanden ist.

Es ist zwar durch die US-PS 50 72 097 eine zum Verschweißen von asphaltbeschichteten Abdeckbahnen dienende Schweißmaschine bekannt, bei der die von einem Schweißwerkzeug an die Abdeckbahnen abgegebene Wärmemenge durch Verändern der Vorschubgeschwindigkeit beeinflusst wird. Da dies aber in Abhängigkeit von der Temperatur des Schweißwerkzeuges sowie der Umgebungstemperatur erfolgt, ist das erfindungsgemäße Verfahren hiervon nicht berührt.

Durch die Maßnahme nach Anspruch 4, wonach aus dem Soll-Istwert-Vergleich des die Schweißnahtdicke repräsentierenden Meßwertes die Führungsgröße für eine Drehzahlregelung der Druckrollen und ggf. Laufrollen gebildet wird, ist es gewährleistet, daß die geforderte Vorschubgeschwindigkeit der Schweißmaschine auch an Steigungen oder Gefällstrecken des Geländes eingehalten wird.

Die Maßnahme nach Anspruch 5 ermöglicht es, kurzzeitig auftretende Störgrößen, wie z. B. Dickenschwankungen der Materialbahnen zu übergehen, die anderenfalls zu einem unruhigen Regelverhalten und einem ungleichmäßigen Lauf der Schweißmaschine führen könnten.

In den Ansprüchen 6 und 7 sind vorteilhafte vorrichtungsmäßige Ausgestaltungen der für die Durchführung des Schweißverfahrens dienenden Schweißmaschine angegeben.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht der Schweißmaschine;

Fig. 2 eine Vorderansicht eines Teils der Schweißmaschine;

Fig. 3 ein Blockschaltbild des Regelungssystems;

Fig. 4 ein Diagramm über den Verlauf des Istwertes  $F_i$  der Anpreßkraft  $F$  und des Vorschubwertes  $V$  über dem Weg  $S$  und

Fig. 5 eine Darstellung eines Schweißnahtquerschnittes mit Angabe der verschiedenen Dicken und Grenzwerte.

Die Schweißmaschine entspricht hinsichtlich ihres mechanischen Aufbaues im wesentlichen der Schweißvorrichtung aus dem DE-GM 88 05 783. Die Schweißmaschine hat demgemäß ein in Fig. 1 strichpunktiert dargestelltes Gehäuse 1, an dessen in Vorschubrichtung  $V$  hinteren Ende eine frei drehbare Laufwalze 2 und an dessen vorderen Ende zwei einen gegenseitigen Abstand aufweisende angetriebene Laufrollen 3 angeordnet sind. Am Gehäuse 1 ist ein nur teilweise dargestellter Handbügel 4 angeordnet, mit dessen Hilfe die Bedienungsperson die Schweißmaschine handhaben kann.

Die Schweißmaschine enthält als Schweißwerkzeug einen elektrisch beheizten Heizkeil 5, der mit Hilfe eines nicht dargestellten, durch das DE-GM 88 05 783 bekannten Mechanismus zwischen der in Fig. 1 dargestellten Arbeitsstellung und einer von dieser entfernten Ruhestellung hin- und herbewegbar ist.

Auf einer im Gehäuse 1 gelagerten Welle 6 ist eine Druckrolle 7 befestigt. Auf einem im Gehäuse 1 befestigten Bolzen 8 ist ein Schwenkrahmen 9 gelagert. An einem Ansatz 10 des Schwenkrahmens 9 greift ein Ende einer Zugfeder 11 an, dessen anderes Ende am Gehäuse

1 befestigt ist. In dem Schwenkrahmen 9 ist eine Welle 12 aufgenommen, die eine auf ihr drehfest angeordnete Druckrolle 13 trägt. Auf dem Schwenkrahmen 9 ist ein Blattfederpaket 14 angeordnet. Am Gehäuse 1 ist ein nur schematisch dargestellter, jedoch im DE-GM 88 05 783 ausführlich beschriebener Andruckmechanismus 15 angeordnet, der eine erste Exzenterwelle 16, einen mit dieser verbundenen Flansch 17, eine in der ersten Exzenterwelle 16 drehbar gelagerte zweite Exzenterwelle 18 und eine an diesem exzentrisch angeordnete Andruckrolle 19 aufweist, die sich auf dem Blattfederpaket 14 abstützt. Nach Lösen einer die Drehlage des Flansches 17 sichernden Klemmschraube 20 läßt sich mit Hilfe eines Hebels 21 die Exzenterwelle 16 gemeinsam mit der Exzenterwelle 18 verdrehen und damit eine Grundeinstellung der Spalthöhe zwischen den beiden Druckrollen 7 und 13 vornehmen. Bei festgeklammtem Flansch 17 wird durch den Hebel 21 nur die innere Exzenterwelle 18 verdreht und dabei die erforderliche Anpreßkraft der Druckrollen 7, 13 eingestellt.

Am Gehäuse 1 ist ein regelbarer Gleichstrommotor 22 angeordnet, der über einen Kettentrieb 23 zwei Wellen 24, 25 antreibt. Über die Welle 24 wird ein zum Antrieb der beiden Laufrollen 3 dienender Kettentrieb 26 angetrieben. Die Welle 24 steht ferner über einen Kettentrieb 27 mit der die obere Druckrolle 13 tragenden Welle 12 in Antriebsverbindung. In gleicher Weise steht die Welle 25 über einen Kettentrieb 28 mit der die untere Druckrolle 7 tragenden Welle 6 in Antriebsverbindung. Die Kettentriebe 26, 27 und 28 sind in der Weise aufeinander abgestimmt, daß die von ihnen angetriebenen Laufrollen 3 und Druckrollen 7, 13 dieselbe Umfangsgeschwindigkeit haben.

Dem in der Arbeitsstellung befindlichen Heizkeil 5 sind ein oberer und ein unterer Andruckmechanismus 29 bzw. 30 zugeordnet. Die beiden Andruckmechanismen 29, 30 sind identisch aufgebaut und bestehen aus einem federbelasteten, quer zur Längsachse des Heizkeiles 5 bewegbaren Träger 31 und einer vorderen und einer hinteren frei drehbaren Andruckrolle 32 bzw. 33.

Zum Betrieb der Schweißmaschine ist ein Rechner 34 vorgesehen, der zum einen für den elektrisch beheizten Heizkeil 5 in Verbindung mit einem die Heizkeiltemperatur messenden nicht dargestellten Thermofühler eine bekannte und daher nicht näher erläuterte Temperaturregelung bildet und der zum anderen zur Bildung einer Führungsgröße für eine Drehzahlregelung des Motors 22 dient.

Der Drehzahlregelkreis des Motors 22 enthält einen als Stellglied wirkenden Verstärker 35 und einen mit dem Motor 22 verbundenen Tachogenerator 36, der zum Ermitteln des Drehzahl-Istwertes dient. Der Tachogenerator 36 ist als digitaler Impulsgeber aufgebaut und kann daher direkt mit einem Eingang des Rechners 34 verbunden sein. Würde ein Tachogenerator verwendet, der eine der Drehzahl entsprechende Spannung erzeugt, so müßte der analoge Meßwert für die weitere Verarbeitung im Rechner mit Hilfe eines A/D-Wandlers in eine digitale Form umgewandelt werden. Durch die unveränderliche getriebemäßige Kopplung der Laufrollen 3 und der Druckrollen 7 und 13 mit dem Motor 22 bildet der Istwert der Motordrehzahl zugleich den Istwert der Vorschubgeschwindigkeit  $V$  der Schweißmaschine.

Zur Messung der Anpreßkraft der Druckrollen 7, 13 auf die sich überlappenden Abschnitte zweier Materialbahnen  $F_1$ ,  $F_2$  ist an der Unterseite des Blattfederpaketes 14 ein von einem Dehnungsmeßstreifen gebildeter

Kraftsensor 37 angeordnet, der die beim Einwirken der Anpreßkraft verursachte Durchbiegung des Blattfederpaketes 14 mißt. Um dem Blattfederpaket 14 eine solche Durchbiegung zu ermöglichen, ist es gemäß Fig. 2 brückenartig angeordnet, indem ein Ende des Blattfederpaketes 14 über ein Distanzstück 38 und ein Klemmstück 39 mit vertikalem Abstand zum Schwenkrahmen 9 an diesem befestigt ist, während sich das andere Ende über ein Distanzstück 40 auf dem Schwenkrahmen 9 abstützt.

Der Kraftsensor 37 ist über einen Verstärker 41 und einen A/D-Wandler 42 an einen Eingang des Rechners 34 angeschlossen. An den Rechner 34 sind ferner eine Tastatur 43 und ein Display 44 angeschlossen.

#### Funktionsweise

Vor Durchführung eines Schweißvorganges bestimmt die Bedienungsperson entsprechend der Art und Dicke sowie der Ausgangstemperatur der zu verschweißenden Materialbahnen F1, F2 die geeigneten Sollwerte  $T_s$ ,  $V_s$  und  $F_s$  für die Schweißtemperatur T, die Vorschubgeschwindigkeit V und die Anpreßkraft F mit der die Druckrollen 7, 13 auf die sich überlappenden Abschnitte der Materialbahnen F1, F2 drücken. Die Festlegung der Sollwerte kann mit Hilfe von Tabellen und/oder anhand von Schweißversuchen erfolgen. Die ausgewählten Sollwerte  $T_s$  und  $V_s$  werden nun über die Tastatur 43 dem Rechner 34 eingegeben. Die Anpreßkraft F wird bei zwischen die Druckrollen 7, 13 eingeführten Materialbahnen von Hand mit Hilfe des Hebels 21 eingestellt, wobei über die Exzenterwelle 18 und die Andruckrolle 19 das Blattfederpaket 14 gebogen und infolgedessen die im Schwenkrahmen 9 gelagerte Druckrolle 13 gegen die auf der Druckrolle 7 aufliegenden überlappenden Abschnitte der Materialbahnen F1, F2 gepreßt wird. Die durch die Durchbiegung an der Unterseite des Blattfederpaketes 14 auftretende Längendehnung wird durch den Kraftsensor 37 erfaßt und aus ihr ein der das Blattfederpaket 14 verformenden Kraft proportionaler analoger Meßwert gebildet. Dieser Meßwert wird über den Verstärker 41 und den A/D-Wandler 42 dem Rechner 34 zugeführt und durch ihn im Display 44 in numerischer Form mit der Maßeinheit Newton zur Anzeige gebracht.

Da der Sollwert  $F_s$  der Anpreßkraft auf die geforderte Nahtdicke  $D_N$  der Schweißnaht abgestimmt ist und diese Nahtdicke  $D_N$  kleiner als die Summe D der Dicken d1 und d2 der unverschweißten Materialbahnen F1 und F2 ist, kann vor Beginn eines Schweißvorganges bei noch nicht aufgeheizten und daher steifen Materialbahnen F1, F2 die Anpreßkraft noch nicht auf den später während des Schweißvorganges einzuhaltenden Sollwert  $F_s$  eingestellt werden, sondern muß auf einen Ausgangswert  $F_A$  eingestellt werden, der um das Verhältnis  $D/D_N$  größer ist als der Sollwert  $F_s$ .

Während des Schweißens wird mit Hilfe des Rechners 34 und der Temperaturregelung die Temperatur des Heizkeiles 5 in bekannter Weise weitestgehend konstant gehalten, so daß dieser Schweißparameter als konstante Größe angesehen werden kann, die für die nachfolgenden Betrachtungen keine Rolle spielt.

Mit Beginn des Schweißens wird eine flache Zone der am Heizkeil 5 anliegenden Abschnitte der beiden Materialbahnen F1, F2 auf die Schweißtemperatur aufgeheizt und dadurch plastifiziert. Aufgrund der durch den Motor 22 bewirkten Vorschubbewegung der Schweißmaschine gelangen die plastifizierten Teilbereiche der Materialbahnen F1, f2 sodann zwischen die beiden Druck-

rollen 7, 13 und werden durch sie aufeinandergepreßt und dabei miteinander verschweißt. Da hierbei ein Teil des plastifizierten Materials seitlich aus dem Schweißspalt herausgedrückt wird, reduziert sich die Dicke  $D_N$  der Schweißnaht in entsprechendem Maße gegenüber der Summe D der Dicken d1 und d2 der unverschweißten Materialbahnen F1 und F2. Wie eingangs ausgeführt, wird für die Erzielung einer einwandfreien Schweißnaht gefordert, daß die Schweißnahtdicke  $D_N$  zwischen der Obergrenze  $D_{NO} = D - 0,2 \text{ mm}$  und der Untergrenze  $D_{NU} = D - 0,6 \text{ mm}$  liegt. Die mittlere Schweißnahtdicke  $D_N$  liegt hierbei bei  $D_{NM} = D - 0,4 \text{ mm}$ .

In dem Maße, in dem die Druckrollen 7, 13 das Material in der Schweißnaht zusammenpressen, entfernt sich die obere Druckrolle 13 von der Andruckrolle 19 des Andruckmechanismus 15. Dies hat zur Folge, daß sich das Blattfederpaket 14 geringfügig entspannt, sich dessen Durchbiegung etwas reduziert und die Anpreßkraft zwischen den Druckrollen 7, 13 vom höheren Ausgangswert  $F_A$  auf einen niedrigeren Wert verringert, bei dem es sich im optimalen Fall um den Sollwert  $F_s$  handelt.

Sofern die Sollwerte  $T_s$ ,  $V_s$  und  $F_s$  für die Heizkeiltemperatur T, die Vorschubgeschwindigkeit V und die Anpreßkraft F entsprechend den Gegebenheiten der Materialbahnen und der Ausgangstemperatur ausgewählt und eingestellt wurden, wird für den Fall, daß diese Ausgangsbedingungen konstant bleiben, die Schweißnaht mit der mittleren Dicke  $D_{NM}$  gebildet werden und die tatsächliche Anpreßkraft F genau in Höhe des Sollwertes  $F_{su}$  liegen. So wie der mittleren Schweißnahtdicke  $D_{NM}$  ein bestimmter Sollwert  $F_s$  der Anpreßkraft zugeordnet ist, ist auch der Obergrenze  $D_{NO}$  und der Untergrenze  $D_{NU}$  der Schweißnaht ein zulässiger oberer Grenzwert  $F_{so}$  und ein zulässiger unterer Grenzwert  $F_{su}$  der Anpreßkraft zugeordnet.

Ausgehend von einem Beispiel, bei dem der eingestellte Vorschubsollwert  $V_s$  1,5 m/min und der Sollwert  $F_s$  der Anpreßkraft 900 N beträgt, soll anhand des Diagramms aus Fig. 4 untersucht werden, wie sich eine Veränderung der Ausgangstemperatur der Materialbahnen F1, F2 auf die Anpreßkraft der Druckrollen 7, 13 auswirkt.

Wenn sich beim Schweißen im Außenbereich die Lufttemperatur und damit auch die Ausgangstemperatur der Materialbahnen F1, F2 im Laufe des Tages langsam erhöht, wird bei konstant bleibender Heizkeiltemperatur T und konstanter Vorschubgeschwindigkeit V von dem höher steigenden Niveau der Ausgangstemperatur ausgehend eine zunehmend größer werdende Wärmemenge im Schweißspalt anfallen, was zu einer stärkeren Plastifizierung der Materialbahnen führt. Eine stärkere Plastifizierung bewirkt ein verstärktes seitliches Herausquetschen von Material aus dem Schweißspalt, bewirkt somit eine geringer werdende Dicke  $D_N$  der Schweißnaht und als weitere Folge eine Abnahme des Istwertes  $F_i$  der Anpreßkraft F. So lange der fortwährend mit Hilfe des Kraftsensors 37 ermittelte Istwert  $F_i$  der Anpreßkraft oberhalb des unteren Grenzwertes  $F_{su}$  bzw. bei niedriger werdender Ausgangstemperatur der Materialbahnen unterhalb des oberen Grenzwertes  $F_{so}$  bleibt, läuft der Schweißvorgang mit unveränderter Vorschubgeschwindigkeit weiter.

Wenn sich die Ausgangstemperatur der Materialbahnen F1, F2 sprunghaft um einen größeren Betrag ändert, z. B. beim Übergang von einem schattigen Bereich in einen sonnigen Bereich stark ansteigt, kommt es zu einem größeren Wärmemengenüberschuß im Schweiß-

spalt, der zu einer stärkeren Plastifizierung der Materialbahnen F1, F2 und damit zu einem stärkeren Absinken der gemessenen Anpreßkraft  $F_i$  führt. Bezugnehmend auf Fig. 4 sei angenommen, daß der Istwert  $F_i$  der Anpreßkraft an der Stelle "0" der Schweißstrecke S den Grenzwert  $F_{SU}$  von 800 N unterschreitet und folglich auch die Dicke  $D_N$  der Schweißnaht unter die Untergrenze  $D_{NU}$  absinkt. Ab dieser Stelle bzw. ab diesem Zeitpunkt wird während der folgenden Teilstrecke von der Länge 1 Meter überprüft, ob der Istwert  $F_i$  weiterhin unter dem Grenzwert  $F_{SU}$  liegt oder ihn inzwischen wieder überschritten hat. Liegt der Istwert  $F_i$  nach Ablauf der genannten Wegstrecke von einem Meter noch unter dem Grenzwert  $F_{SU}$ , so wird erst ab diesem Zeitpunkt die Vorschubgeschwindigkeit V der Schweißmaschine von 1,5 m/min um 0,1 m/min auf 1,6 m/min erhöht. Dies geschieht in der Weise, daß der Rechner 34 für den Drehzahlregelkreis des Motors 22 eine dem Vorschubwert 1,6 m/min entsprechend angepaßte neue Führungsgröße bildet und über den Verstärker 35 den Motor 22 mit entsprechend höherer Drehzahl betreibt. Durch Vergleich des durch den Tachogenerator 36 gemessenen Istwertes der Motordrehzahl mit der neuen Führungsgröße und Angleichung an diese Führungsgröße wird der neue Wert der Vorschubgeschwindigkeit V = 1,6 m/min zumindest für eine Wegstrecke von 1 Meter Länge weitgehend konstant gehalten.

Die Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit V bewirkt nun bei unveränderter Heizkeiltemperatur T eine Verringerung der vom Heizkeil 5 an die Materialbahnen F1, F2 abgegebenen Wärmemenge, was zu einer Verringerung der Zunahme der Plastifizierung und damit zu einer Verlangsamung des weiteren Absinkens des Istwertes  $F_i$  der Anpreßkraft F führt. Diese Auswirkung des Anhebens der Vorschubgeschwindigkeit V erkennt man in Fig. 4 daran, daß der über dem Weg S aufgezeichnete Verlauf des Istwertes  $F_i$  der Anpreßkraft F ab dem Punkt "1" flacher verläuft als im Abschnitt bis zum Punkt "1".

Da nach Überwindung der ab dem Punkt "1" zählenden Wegstrecke von 1 Meter Länge bei Erreichen des Punktes "2" der Schweißstrecke S der Istwert  $F_i$  der Anpreßkraft F weiterhin unterhalb des Grenzwertes  $F_{SU}$  liegt, wird die Vorschubgeschwindigkeit V ab dem Punkt "2" erneut um 0,1 m/min auf nunmehr 1,7 m/min erhöht, was dazu führt, daß der Abwärtstrend des Istwertes  $F_i$  der Anpreßkraft F gestoppt und eine geringfügig ansteigende Zunahme der Anpreßkraft F erzielt wird.

Da nach Überwindung der ab dem Punkt "2" zählenden nächsten Wegstrecke von 1 Meter Länge am Punkt "3" der Istwert  $F_i$  der Anpreßkraft F noch immer unterhalb des Grenzwertes  $F_{SU}$  liegt, wird die Vorschubgeschwindigkeit V ab dem Punkt "3" nochmals um 0,1 m/min auf nunmehr 1,8 m/min erhöht. Bei dieser Vorschubgeschwindigkeit wird nun recht schnell der Grenzwert  $F_{SU}$  überschritten, worauf sich bei diesem Beispiel der Istwert  $F_i$  auf einen zwischen  $F_S$  und  $F_{SO}$  liegenden konstanten Wert einspielt. So lange der Istwert  $F_i$  zwischen den beiden Grenzwerten  $F_{SU}$  und  $F_{SO}$  verbleibt und damit die Dicke  $D_N$  der Schweißnaht zwischen der Obergrenze  $D_{NO}$  und der Untergrenze  $D_{NU}$  liegt, wird der Schweißvorgang mit der neuen Vorschubgeschwindigkeit V = 1,8 m/min fortgesetzt.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zur Durchführung einer Schweißpro-

zeßregelung beim Verbinden von thermoplastischen Materialbahnen mit Hilfe einer ein Schweißwerkzeug und ein Paar Druckrollen aufweisenden Schweißmaschine, bei der die Drehzahl der eine Relativbewegung zwischen den Materialbahnen und der Schweißmaschine bewirkenden Druckrollen und ggf. Laufrollen veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Schweißnahtdicke repräsentierender Meßwert gebildet und als Istwert der Regelgröße mit einem entsprechenden Sollwert verglichen wird und daß zum Ausgleich einer evtl. vorhandenen Regeldifferenz die Größe des Wärmeflusses in die Materialbahnen derart verändert wird, daß er bei abnehmender Schweißnahtdicke verringert und bei zunehmender Schweißnahtdicke erhöht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Anpreßkraft der Druckrollen über einen ein Federmittel aufweisenden Stellmechanismus einstellbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß der die Schweißnahtdicke repräsentierende Meßwert von der in fester Relation zur Schweißnahtdicke stehenden Anpreßkraft der Druckrollen abgeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Relativgeschwindigkeit zwischen den Materialbahnen und der Schweißmaschine als Stellgröße der Regelung dient, indem zum Ausgleich einer evtl. vorhandenen Regeldifferenz die Drehzahl der Druckrollen und ggf. Laufrollen derart verändert wird, daß sie bei abnehmender Schweißnahtdicke erhöht und bei zunehmender Schweißnahtdicke verringert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des für den Antrieb der Druckrollen und ggf. Laufrollen dienenden Motors geregelt wird und daß aus dem Soll-Istwert-Vergleich des die Schweißnahtdicke repräsentierenden Meßwertes die Führungsgröße für die Drehzahlregelung gebildet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vermeidung fortwährender Stellvorgänge eine Anpassung der Drehzahl erst dann vorgenommen wird, wenn der Istwert einen unteren oder oberen Sollwert während einer wählbar festgelegten Zeitdauer oder Wegstrecke unter- bzw. überschreitet.

6. Maschine zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 und 2, mit einer Relativbewegung zwischen den Materialbahnen und der Schweißmaschine bewirkenden, über einen Motor antreibbaren Druckrollen und ggf. Laufrollen und mit einem ein Federmittel aufweisenden Stellmechanismus für die Einstellung der Anpreßkraft der Druckrollen, dadurch gekennzeichnet, daß der Stellmechanismus (15) mit einem die von den Druckrollen (7, 13) auf die Materialbahnen (F1, F2) ausgeübte Anpreßkraft messenden Kraftsensor (37) versehen ist, der Kraftsensor (37) mit einem ersten Eingang eines Rechners (34) verbunden ist, der zum Vergleich der vom Kraftsensor (37) gelieferten Istwerte ( $F_i$ ) mit einem über einen zweiten Eingang eingegebenen Sollwert ( $F_S$ ) dient und in Abhängigkeit vom Ergebnis des Soll-Istwert-Vergleichs-Stellsignale für den Motor (22) erzeugt.

7. Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Rechner (34) zusammen mit einem den Drehzahl-Istwert des Motors (22) ermittelnden Tachogenerator (36) und einem Verstärker

(35) eine Drehzahlregelung für den Motor (22) bildet und aus der Differenz zwischen dem Soll- und Istwert der Anpreßkraft und der Differenz zwischen dem Soll- und Istwert der Drehzahl eine im Sinne einer Angleichung des Anpreßkraft-Istwertes an den Anpreßkraft-Sollwert wirkende Führungsgröße für die Drehzahlregelung bildet.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



Nummer:  
Int. Cl.<sup>6</sup>:  
Offenlegungstag:

DE 42 30 882 A1  
B 29 C 65/18  
17. März 1994

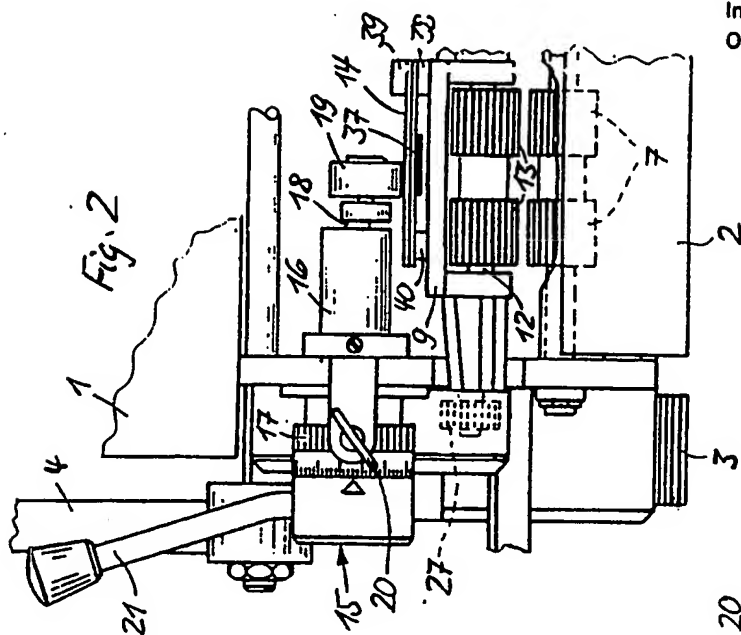


Fig. 1

